

T/SDSW

团 体 标 准

T/SDSW XXXX—2025

山洪诱发水土流失风险程度分析技术规范

Technical Specification for Analyzing the Risk Degree of soil and water loss Induced
by Mountain torrent

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

山 东 水 土 保 持 学 会 发 布

目 次

前言III

1 范围1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 山洪导致水土流失风险调查 2

5 水土流失风险等级分析 4

6 水土流失风险管理 7

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由××××提出。

本文件由××××归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

山洪诱发水土流失风险程度分析技术规范

1 范围

本规范性文件旨在规范和指导山洪导致水土流失风险调查、水土流失风险等级分析、水土流失风险管理。

本技术规范的适用范围包括但不限于以下几个方面：

技术领域：本技术规范主要适用于自然灾害领域中的水土流失和山洪灾害风险评估工作，尤其是在山洪灾害高风险区域的风险评估与管理。

应用范围：适用于山洪灾害风险评估、风险预警以及防灾减灾规划等领域，包括但不限于小流域、山地区域、河谷地区等山洪灾害易发区的风险评估。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- SL 718 水土流失危险程度分级标准
- DB 61/T 1541 水土流失危险程度分级要求
- SL 190 土壤侵蚀分类分级标准
- SL/T 277 水土保持监测技术规范
- SL 767 山洪灾害调查与评价技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

山洪 mountain torrent

指的是短时间内由于强降雨、地震等自然灾害引发的山区溪沟中的大量水流迅速汇集并形成的洪水。

3.2

水土流失 soil and water loss

指的是水和土壤(主要是土壤)在自然因素或人为活动作用下，通过侵蚀、搬运等过程从其原有位置移走并失去的现象。水土流失会导致土壤肥力下降、土地退化、地下水位下降、河流含沙量增加等一系列生态和环境问题。

3.3

风险调查 risk investigation

为了评估和了解特定区域内山洪诱发的水土流失风险的分布、特点、危险程度等而进行的系统的调查和研究工作。通过风险调查，可以为风险评估、风险管理提供基础数据和科学依据。

3.4

风险评估 risk assessment

对山洪诱发的水土流失风险进行系统的分析和评估，以确定不同区域的风险等级，为风险管理和决策提供科学依据。评估的内容包括风险的大小、风险的变化趋势、风险的可能影响等。

3.5

风险管理 risk management

对识别的风险进行有效的管理和控制，以减少风险造成的负面影响。风险管理的目标是在保障社会经济可持续发展的同时，最大限度地减轻自然灾害带来的损失。

3.6

风险等级 risk level

根据风险的大小、频率和可能造成的危害程度，将风险进行分级，如将风险分为高、中、低等级。

3.7

风险 risk

在这里主要指的是山洪诱发的水土流失对人类社会、经济活动、生态环境造成的潜在危害和损失的可能性和大小。风险的评估和管理是进行风险管理和防灾减灾的重要环节。

3.8

风险区 risk area

指的是在一定的地理空间内，由于特定的自然条件和人为活动，可能会发生特定灾害并对人类造成一定危害的区域。在本规范中，风险区是指那些由于山洪诱发的水土流失风险较高的区域。

4 山洪导致水土流失风险调查

4.1 一般规定

4.1.1 在进行山洪导致水土流失风险调查时，必须首先明确调查的具体目的和内容，确保调查工作有序开展，提高调查质量，确保调查结果能够真实反映实际风险情况。

4.1.2 通过风险调查，识别和评估受威胁的人口和财产，为制定应急预案和避险方案提供支持。

4.1.3 了解区域内的水土流失现状，为水土保持规划和生态修复提供参考。

4.1.4 通过风险评价，为相关政策制定和资源分配提供决策依据。

4.2 调查内容

4.2.1 山洪灾害基本情况

山洪灾害基本情况包括灾害频次、影响范围、潜在的致灾因素等。

4.2.2 水土流失的现状

通过对土壤侵蚀情况、流失量、流失程度等方面的调查，评估水土流失的严重程度。

4.2.3 人类活动影响分析

分析人类活动对水土流失的影响，如土地利用变化、植被破坏、不当的土地利用等。

4.2.4 风险评估

综合考虑地形、气候、土壤等自然条件和人类活动的影响，运用科学的评估方法对风险进行定量或定性分析。

4.2.5 灾害风险区划分

根据风险评估的结果，科学划分高、中、低风险等级区域，并划定风险预警区。

4.2.6 风险防灾减灾措施

根据风险等级和风险特点，提出具体的防灾减灾建议和措施。

4.2.7 风险监测和预警体系建设

建议建立或完善风险监测和预警信息系统，以便能够及时发布预警信息，降低灾害风险。

4.3 调查方法与技术手段

4.3.1 内业调查

在现场调查之前,利用现有的资料和数据进行的初步调查。内业调查通常由相关的管理部门或研究机构来完成。它涉及到数据的收集、分类、整理和核查,确保所有的基础数据的准确性和完整性。内业调查的内容可能包括山洪灾害历史记录、现有的防洪措施、地形地貌、社会经济状况等。

4.3.2 外业调查

通过现场实地考察来获取更多第一手的详细信息。外业调查的重点在于通过目测、地形测量、水位测量等方式,获取山洪灾害发生的直接数据,如洪水位、成灾水位、可能的危险区域等。此外,还包括与当地居民的访谈,收集他们对山洪灾害认知和历史经验的信息。

4.3.3 技术手段

4.3.3.1 遥感技术

利用卫星遥感图像可以快速获取大范围的地理信息和地形地貌,为山洪灾害风险评估提供宏观背景。

4.3.3.2 GIS(地理信息系统)

通过GIS技术可以对收集到的各种数据进行有效的管理、分析和可视化,从而对山洪灾害的潜在风险进行空间分析和决策支持。

4.3.3.3 GIS与遥感技术的结合

这种结合可以更好地实现数据的空间分析和处理,提高山洪灾害风险评估的精度和效率。

4.3.3.4 数值模拟与模型

通过建立数学模型,模拟不同情境下的山洪灾害发生概率,以及可能导致的水土流失状况。

4.3.3.5 大数据分析

通过对历史山洪引发的水土流失案例的大数据分析,可以发现潜在的风险因素和风险模型,为风险预防提供科学依据。

4.3.3.6 无人机技术

无人机搭载高清摄像设备,可以对难以到达或者敏感的区域进行航拍,获取需要的图像资料,为风险评估提供更直观的支持。

4.3.3.7 现场调查设备

包括GPS定位、全站仪、RTK、三维激光扫描仪、Lidar、无人驾驶红外遥感设备等,可以进一步提高调查的精度和效率。

4.4 数据分析与处理

4.4.1 数据的收集与预处理是数据分析的基础。在本规范中,我们需要收集的数据包括但不限于历史降雨数据、地形地貌、地形因子(如高程、坡度)、社会经济信息、土地利用类型等。这些数据需要通过有效的数据管理平台进行整合和管理,以确保在分析过程中的可访问性与可利用性。

4.4.2 为保证数据的准确性和适用性,需要进行数据的预处理。这一步包括数据的清洗(例如,去除重复、修正错误、处理缺失值)、数据格式的转换、数据的标准化处理以及数据的空间配准等。

4.4.3 针对不同的评价指标,采用不同的统计分析方法和模型。在山洪灾害风险分析中,常用的方法包括但不限于:

- 空间自相关分析:用于分析空间数据的空间自相关性,以揭示不同空间位置上的数据点之间的相关性。
- 主成分分析:通过将多个相关变量转化为少数几个无关变量(主成分),简化数据结构,保留数据中的主要变异信息。
- GIS空间分析:运用地理信息系统(GIS)的空间分析工具,如叠加分析、邻近分析、缓冲区分析等,以提取和分析空间数据间的相互关系。

- 风险评估模型：基于历史数据建立的多元回归模型、决策树、神经网络等，用于预测未来的风险等级。
- 层次分析法：可以用于确定不同评价指标的相对重要性，以及计算各指标的权重值。
- 结果合理性分析：数据分析的结果需要进行合理性分析和验证，包括利用历史山洪灾害案例进行比对、敏感性分析以评估模型的稳定性和可靠性等。

5 水土流失风险等级分析

5.1 风险因素识别

5.1.1 自然因素

5.1.1.1 降水

不同地区的降水量和降水强度是导致水土流失的直接因素。特别是强降雨事件，会增加地表水的流量和流速，从而加剧土壤侵蚀。

5.1.1.2 地形地势

山区的地形和地势对水土流失的影响尤为明显，尤其是坡度较大的区域。地势的高差会导致雨水的快速下渗或快速径流，增加水土流失的风险。

5.1.1.3 土壤质地

土壤的种类和质地会影响其抵抗侵蚀的能力。例如，壤土由于其结构较疏松，容易受到降雨的冲刷而产生水土流失。

5.1.1.4 地质状况

地质结构的稳定性也会影响水土流失的风险。例如，不稳定的土壤层更容易被水流冲刷导致流失。

5.1.2 人为因素

5.1.2.1 土地利用变化

人类活动导致的土地利用变化，如过度的森林砍伐、过度放牧、农业扩张等，都会改变土地的覆盖情况，降低土地的保护能力，增加水土流失的风险。

5.1.2.2 不当的开发活动

如不合理的开采、过度的挖掘等活动，不仅破坏了土地表面，也改变了土地的自然属性，从而增加了水土流失的风险。

5.1.2.3 城市化进程

随着城市化的不断推进，城市建设用地的不断扩张，自然地表被人工建筑所替代，减少了雨水的下渗能力，增加了地表径流量，从而增加了水土流失的风险。

5.1.2.4 管理不善

对已有的水土保持措施的管理不善也会造成水土流失。例如，不当的农业管理、疏于对梯田的维护等都会造成保护功能的下降，增加水土流失的风险。

5.2 风险评估模型

5.2.1 模型建立

5.2.1.1 风险评估模型的构建需基于对研究区域的深入理解，包括了解区域内的地形地貌、气候特点、土壤类型、人类活动等关键因素。这些因素直接影响水土流失的发生概率和强度。例如，坡度较大、土壤渗透性差的区域水土流失的风险更高。

5.2.1.2 风险评估模型需要有良好的理论支撑。常见的风险评估理论包括系统理论、概率论、层次分析法等。这些理论可以帮助我们构建出可以进行定量分析的风险评估模型。

5.2.1.3 风险评估模型的建立需要科学的方法论。可以采用层次分析法结合层次分析法在确定权重的过程中，可以综合专家经验和数据分析，来确定不同因素的相对重要性，并赋予相应的权重值。通过这种方法可以减少人为因素的干扰，提高评估结果的客观性。

5.2.1.4 风险评估模型还应该有一定的灵活性和适应性。由于不同的地区、不同的时间段，可能影响水土流失的因素会有所差异，因此风险评估模型需要能在不同的应用场景下进行调整和优化。

5.2.1.5 在建立风险评估模型的过程中，需要收集大量的基础数据，包括但不限于地形数据、气象数据、土壤类型数据、历史灾害数据等。

5.2.1.6 风险评估模型的建立还需要一个不断完善的过程。可以通过历史数据比对、现实案例分析等方式进行模型验证，并据此对模型进行调整，以不断提高评估的准确性。

5.3 风险等级计算方法

5.3.1 识别风险

- 确定可能存在的风险源，例如自然灾害(如山洪)、工业事故、健康风险等。
- 确定受影响的区域，包括地理位置、地形和其他相关因素。
- 评估潜在的危害，比如山洪可能导致的土壤侵蚀、土地退化等。

5.3.2 风险评估

- 收集数据并进行风险评估，这可能包括地质、气象、社会经济等方面的数据。
- 使用风险评估模型来估算不同情况下可能发生的风险，通常包括将风险按照一定的标准分级，如高、中、低风险等级。
- 进行风险量化，可能用的方法有概率模型、统计分析模型等。

5.3.3 风险评价

- 根据评估的结果，对风险进行评价，通常需要专业的风险评估团队来完成。
- 将风险等级与相关的风险阈值或标准进行比较。

5.3.4 风险管理

5.3.4.1 根据风险等级制定风险管理计划，包括预防措施、应急响应计划、减灾措施等。

5.3.4.2 实施风险管理计划，并持续监测风险状态。

5.3.4.3 定期更新风险评估和风险等级，因为风险情况可能随着时间和外部条件的变化而变化。

5.3.4.4 在进行风险评估时，通常采用的方法有：

- 风险矩阵法：根据不同的风险因素和影响程度在矩阵中定位风险等级。
- 层次分析法(AHP)：通过构建层次结构模型，对各个风险因素进行权重赋值，并进行综合评价。
- 多标准决策分析法(MCDA)：结合多种标准对风险进行评价，如层次分析法-多目标优化法(AHP-MOORA)。
- 模糊数学法：在风险评估中应用模糊集合理论，以模糊的概念对风险进行评价。
- 蒙特卡洛模拟：通过生成大量随机样本来模拟可能的风险情况，并对风险进行评估。

5.3.5 风险划分

5.3.5.1 滑坡

- a) 滑坡危险程度宜采用潜在危害程度和滑坡稳定性两个因子进行划分。
- b) 滑坡危险程度划分标准应按表 1 的规定执行，稳定性分析按表 2 执行。

表 1 滑坡危险程度划分标准

滑坡稳定性	潜在危险程度				
	I 较轻	II 中等		III 严重	
	1	2	3	4	5
稳定	轻度		中度		
较稳定					重度
不稳定					

表 2 滑坡稳定性分析标准

滑坡要素	稳定	较稳定	不稳定
滑坡前缘	前缘斜坡较缓，临空高差小，无地表径流流经和继续变形的迹象，岩土体干燥	前缘临空，有间断季节性地表径流流经，岩土体较湿，斜坡坡度在30°~45°之间	前缘临空，坡度较陡且常处于地表径流的冲刷之下，有发展趋势并有季节性泉水出露，岩土潮湿、饱水
滑体	滑体平均坡度小于25°，坡面上无裂缝发展，其上建筑物、植被未有新的变形迹象	滑体平均坡度在25°~40°之间，坡面上局部有小的裂缝，其上建筑物、植被无新的变形迹象	滑坡平均坡度大于40°，坡面上有多条新发展的滑坡裂缝，其上建筑物、植被有新的变形迹象
滑坡后缘	后缘壁上无擦痕和明显位移，原有的裂缝已被填充	后缘有断续的小裂缝发育，后缘壁上有不明显的变形迹象	后缘壁上可见擦痕或有明显位移迹象，后缘有裂缝发育

5.3.5.2 崩塌

- 崩塌危险程度宜采用潜在危害程度和崩塌规模等级两个因子进行划分。
- 崩塌危险程度划分标准应按表 3 的规定执行。

表 3 崩塌危险程度等级的划分标准

崩塌规模等级 (10 ⁴ m ³)	潜在危险程度				
	I 较轻	II 中等		III 严重	
	1	2	3	4	5
<1	轻度		中度		
1~10					重度
10~100					
≥100					

5.3.5.3 泥石流

- 泥石流危险程度等级宜采用潜在危害程度和泥石流发生可能性两个因子进行划分。
- 泥石流危险程度等级划分标准按表 4 的规定执行。

表 4 泥石流危险程度等级的划分标准

泥石流发生可能性	潜在危险程度				
	I 较轻	II 中等		III 严重	
	1	2	3	4	5
小	轻度		中度		
中				重度	
大					

5.4 风险等级管理与监督机制

5.4.1 法规政策制定

根据国家的环境保护法律法规，结合当地实际情况，制定或更新有关山洪诱发水土流失的管理政策和法规，要明确水土流失的预防、控制和治理责任，以及不同风险等级下的具体管理措施和要求。

5.4.2 风险评估与监测

建立定期的水土流失风险评估制度，通过定点、定期的监测来收集数据，分析水土流失的发展趋势和风险等级。同时，建立一个监测网，包括固定监测点和移动监测设备，以实现水土流失的实时监控。

5.4.3 治理工程实施

根据风险评估的结果，对高风险区域采取必要的治理措施，如植树造林、固土护坡、设置防冲带、水土保持工程等，以减少水土流失的发生和现有流失的进一步发展。

5.4.4 应急预案与响应

制定应急预案，以便在发生强降雨、山洪等极端自然事件时，迅速响应并采取措施，如撤离受威胁地区的居民、暂停或限制可能导致水土流失的人类活动等。

5.4.5 责任与投资

明确政府、企业和社区在水土流失治理中的责任，包括投资、建设、监督等各个环节。确保有足够的资金投入水土流失的综合治理中，同时也要保证资金使用的透明性和效益的可评估性。

5.4.6 培训与宣传

对相关人员进行水土流失的防治知识培训，提高他们的专业技能和应急处理能力。同时，加大对公众的宣传力度，提高人们的环保意识，使其参与到水土流失的预防和防治工作中来。

5.4.7 监督与审计

建立一个由政府、环保等相关部门组成的水土流失监督机构，对水土流失的防治工作进行定期的检查和审计，以确保各项措施得到有效执行。

6 水土流失风险管理

6.1 风险管理策略

6.1.1 风险沟通与宣传

建立一个有效的风险沟通系统，确保相关地区的居民、政府机构和相关部门之间的风险信息沟通畅通。通过宣传和培训来提升公众的防灾减灾意识，使其了解山洪及水土流失的潜在风险和预防措施。

6.1.2 风险规避

对处于高风险区的开发建设进行严格控制，避免在这些区域进行人口密集的建设或重要基础设施建设，减少人类活动对环境的影响。

6.1.3 风险减缓

在高风险区采取水土保持措施，如植被恢复、植树造林、修建护坡、水保工程等，以自然和人工的方式减缓水土流失的速度和程度。

6.1.4 风险转移

建立和完善巨灾保险制度，将风险转嫁给有相应能力的保险机构，确保在发生灾害时，能够及时获得补偿和救助，减少损失。

6.1.5 风险监控和预警

建立健全的风险监控体系，对潜在的风险点进行定期的监测和评估。利用现代化技术，如遥感技术、GIS等，进行实时的监测和动态的风险评估，建立快速、准确的预警系统，一旦发现异常，立即启动应急预案，进行人员撤离和财产保护。

6.1.6 应急响应

制定详细的应急预案，明确不同情况下的应对流程和措施，包括人员疏散、应急物资准备、应急通讯建立、救援队伍的组织和调度等。确保在灾害发生时，能够迅速、有效地进行应急响应。

6.1.7 风险管理信息系统

建立一个包含风险评估、风险监控、风险预警、风险沟通等多方面的风险管理信息平台，提供全面的数据支持和决策依据。

6.1.8 法规和政策支持

制定相应的法规和政策，对高风险区域进行特别管理，包括土地使用规划、环境保护政策、水资源管理等，确保在法律层面上为风险管理提供坚实的保障。

6.2 风险管理措施

6.2.1 风险评估与监测

6.2.1.1 开展定期的山洪及水土流失监测，包括降雨量、流量、土壤侵蚀量等。

6.2.1.2 利用 GIS 技术和遥感技术进行空间分析，评估山洪灾害的潜在影响范围和强度。

6.2.1.3 建立风险评估指标体系，对不同地区的风险水平进行量化评价。

6.2.2 风险预警系统的建立

6.2.2.1 建立集自动监测、预警、信息发布为一体的风险预警系统。

6.2.2.2 当风险水平超过预定阈值时，及时向可能受影响区域的居民和相关部门发送预警信息。

6.2.3 风险防控工程的规划与建设

6.2.3.1 在风险评估的基础上，规划建设相应的防洪护岸、护坡、排水系统等防护工程。

6.2.3.2 在关键区域设置监测点，建立工程监测网，对重要的基础设施进行加固和防护。

6.2.4 应急响应与救援准备

6.2.4.1 制定详尽的应急预案和救灾方案，包括人员疏散、物资准备、救援力量部署等。

6.2.4.2 定期组织应急演练，提升应急处置能力和居民的自救互救能力。

6.2.4.3 环境修复与生态恢复：

6.2.4.4 对受损的生态系统进行恢复，如恢复植被、改善土壤结构等。

6.2.4.5 实施生态工程，如建设生态护岸、人工湿地等，以提升生态系统的稳定性和恢复力。

6.2.5 群众参与与宣传培训

- 6.2.5.1 加强对受影响地区居民的防灾减灾知识普及和教育培训。
 - 6.2.5.2 鼓励山洪区居民参与风险管理的全过程，包括风险评估、预警、应急响应和灾后恢复。
-